

*J. Hort* 13(3):212-218, 2003

## Peranan *Pseudomonas fluorescens* MR 96 pada Penyakit Layu Fusarium Tanaman Pisang

Djatnika I., Sunyoto, dan Eliza

Balai Penelitian Tanaman Buah, Jl. Raya Solok-Aripkan Km 8, Solok, Sumatera Barat 27301

*Pseudomonas fluorescens* dilaporkan dapat menekan layu fusarium pada tanaman pisang, tetapi mekanisme kerja bakteri itu dalam mengendalikan penyakit belum diketahui. Penelitian bertujuan mempelajari mekanisme kerja *P. fluorescens* strain MR 96 dalam menekan perkembangan layu fusarium pada tanaman pisang. Percobaan dilakukan di rumah kaca Balai Penelitian Tanaman Buah Solok, mulai Januari sampai dengan Desember 2001. Hasil percobaan menunjukkan bahwa *P. fluorescens* dapat menekan serangan penyebab layu fusarium dengan cara induksi resistensi tanaman pisang dan antibiosis, serta bakteri antagonis itu mempengaruhi pertumbuhan tanaman pisang. Di samping itu, keefektifan bakteri antagonistik tersebut dalam menekan *F. oxysporum* f.sp. *cubense* tidak dipengaruhi oleh jenis tanah di sekitar rizosfer, tetapi perkembangan penyakit layu dan pertumbuhan tanaman pisang dipengaruhi oleh jenis tanah.

Kata kunci : *Musa* sp.; *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*; *Pseudomonas fluorescens* strain MR 96; Mekanisme antagonis

**ABSTRACT.** Djatnika I., Sunyoto, and Eliza. 2003. Role of *Pseudomonas fluorescens* MR 96 on fusarium wilt disease of banana plants. *Pseudomonas fluorescens* MR 96 was reported of its ability to suppress fusarium wilt on banana plants, but the mechanism of the disease suppression was not known. The aim of this research was to know the mechanism of *P. fluorescens* in controlling the disease on banana plants. The research was held in greenhouse of Indonesian Fruit Research Institute in Solok, from January until December 2001. The results of the research showed that *P. fluorescens* controlled the disease with resistance induction in banana plant and antibiosis mechanism, and the antagonistic bacteria affected the plant development. Beside that, effectiveness of the bacteria to control *F. oxysporum* f.sp. *cubense* was not affected by soil type in rizosphere, but wilt disease and banana plants growth were affected by soil type.

Keywords: *Musa* sp.; *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*; *Pseudomonas fluorescens* strain MR 96; Antagonist mechanism

Layu fusarium atau penyakit panama pada tanaman pisang yang disebabkan oleh cendawan patogen tular tanah *F. oxysporum* f.sp. *cubense* (E.F. Smith) Snyder & Hansen, dilaporkan pertama kali menyerang tanaman pisang di Australia pada tahun 1874 (Moore *et al.* 1995; Wardlaw 1972). Sekarang penyakit itu telah dilaporkan terdapat di seluruh wilayah pertanian pisang di dunia (Ploetz & Pegg 2000) termasuk di Indonesia (Nurhadi *et al.* 1994).

Di Amerika Tengah dan Amerika Selatan selama 50 tahun, ras 1 patogen tersebut telah menghancurkan 40.000 ha pertanian pisang (Hwang & Ko 1990), dan sampai saat ini telah diketahui adanya ras 4 patogen itu menyebar di pertanian pisang di Indonesia. Ras 4 dapat menyerang hampir seluruh varietas tanaman pisang (Ploetz & Pegg 2000).

Untuk menanggulangi penyakit panama telah dilakukan beberapa upaya, di antaranya menggunakan bakteri antagonis *P. fluorescens*. Pada percobaan tahun 2000 di Desa Kubung, Kabupaten Solok, aplikasi *P. fluorescens* strain

MR 96 sebagai pengendali hayati, cenderung menekan serangan *F. oxysporum* f.sp. *cubense* pada tanaman tersebut (Djatnika *et al.* 2000). *Pseudomonas fluorescens* MR96 telah dikomersialkan di Indonesia dengan nama Bio-Pf untuk mengendalikan layu fusarium pada tanaman hias.

Mekanisme kerja *P. fluorescens* sebagai antagonis belum jelas diketahui (Alabauvette 1991), tetapi menurut Thomashow & Weller (1990) bakteri antagonis dalam mengendalikan patogen tular tanah dengan cara menghasilkan siderfor dan antibiotik. Secara umum, kelompok pseudomonas (*Pseudomonas* spp.) antagonis dalam menekan penyakit yang disebabkan oleh patogen tular tanah diketahui ada empat cara, yaitu (1) menghambat patogen dengan cara berkompetisi dalam memanfaatkan besi ( $Fe^{+++}$ ) atau biasa disebut dengan hipotesis siderfor (*siderphore hypothesis*), (2) menghambat patogen dengan bahan yang dapat didifusikan atau yang menguap (antibiosis), (3) induksi resistensi, dan (4) mengolonisasi akar dan

menstimulir pertumbuhan tanaman (Defago *et al.* 1990; Handelsman & Stabb 1996).

Menurut Defago *et al.* (1990), *P. fluorescens* strain CHO menghasilkan metabolit ekstraseluler HCN, siderfor dalam bentuk pioverdin, serta 2,4 diasetil floroglusinol, pioluterin, monoasetil floroglusinol, dan asam salisilat. Isolasi dari media biakan yang dihasilkan oleh Gurusiddaiah *et al.* dalam Thomashow & Weller (1990), *P. fluorescens* strain 2-79 menghasilkan antibiotik fenazin-1-asam karboksilat (Pz-1-COOH).

Induksi resistensi pada tanaman dapat terjadi karena tanaman menghasilkan fitoaleksin. Fitoaleksin adalah antibiotik yang dihasilkan tanaman karena adanya interaksi atau sebagai tanggap tanaman terhadap pelukaan atau stimuli fisiologis lainnya. Banyak senyawa kimia yang dimasukkan ke dalam kelompok fitoaleksin yang sudah dapat dideteksi, sekalipun dalam jumlah yang kecil, di dalam jaringan tanaman (Kuc 1982).

Percobaan bertujuan untuk mengetahui cara kerja *P. fluorescens* strain MR 96 dalam menekan perkembangan penyebab layu fusarium pada tanaman pisang.

## BAHAN DAN METODE

Percobaan dilakukan di laboratorium Balai Penelitian Tanaman Buah, Solok, mulai Januari sampai dengan Desember 2001 di lahan yang bagian lantai dasarnya diperkeras dengan semen. Percobaan terdiri atas tiga seri, yaitu (1) mempelajari sistem hambatan *P. fluorescens* pada *F. oxysporum*, dilakukan secara *in vitro* di laboratorium, (2) inokulasi *P. fluorescens* pada sebagian akar pisang, untuk mengetahui apakah bakteri antagonis tersebut mempunyai pengaruh dalam menginduksi resistensi tanaman pisang terhadap layu fusarium, dan (3) kemangkusan *P. fluorescens* pada dua jenis tanah.

### Mempelajari sistem hambatan *P. fluorescens* terhadap *F. oxysporum* secara *in vitro*

*Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* yang diisolasi dari pertanaman pisang petani di Kabupaten Solok, dimurnikan dan dikembangkan pada media PDA. Koloni cendawan yang berumur 7 hari diambil menggunakan *cork borer* (diameter 5 mm) dan

diletakkan 3 cm dari tepi cawan petri (diameter 9 cm) yang berisi media PDA steril. *P. fluorescens* MR 96 yang dibiakkan pada media KB dan berumur 3 hari diencerkan sampai mencapai kepadatan  $10^7$  cfu/ml. Kertas saring steril (diameter 5 mm) dicelupkan ke dalam suspensi bakteri, kemudian diletakkan berdampingan dengan *F. oxysporum* dengan jarak 3 cm. Persentase hambatan dihitung dengan rumus yang dikemukakan Fokkema dalam Anggraeni & Djatnika (1998) sebagai berikut.

$$I = \{(r_1 - r_2) / r_1\} \times 100\%$$

di mana:

I = persentase hambatan

$r_1$  = jari-jari koloni *F. oxysporum* yang tumbuh ke arah berlawanan dengan tempat bakteri antagonis

$r_2$  = jari-jari koloni *F. oxysporum* yang tumbuh ke arah koloni antagonis.

Dalam percobaan ini terdiri atas 30 ulangan. Setiap cawan petri merupakan satu ulangan. Pengamatan terhadap jari-jari koloni tersebut dilakukan setiap hari sampai dengan salah satu ujung koloni *F. oxysporum* menyentuh cawan petri. Selain itu diamati pula sistem hambatan *P. fluorescens* secara visual.

### Inokulasi *P. fluorescens* pada sebagian akar pisang

Media tanam yang terdiri dari campuran tanah dan kotoran ayam (5:1 v/v) dimasukkan ke dalam 28 baki plastik yang telah dibagi dua, yang tengah-tengahnya dibatasi oleh plat seng dan dilapisi lembaran plastik sehingga bagian media satu sama lain tidak bercampur, kemudian salah satu bagian media itu diinokulasi dengan *P. fluorescens* strain MR 96 dengan konsentrasi 0,  $10^3$ ,  $10^5$ , dan  $10^7$  cfu/g tanah, dan bagian lainnya diinfestasi dengan *F. oxysporum* f.sp. *cubense*. Dalam percobaan ini media tumbuh tanaman pisang digunakan kotoran ayam karena menurut Nasir (1997) kotoran ayam mempercepat terjadinya infeksi penyebab layu fusarium pada tanaman pisang.

Inokulum *F. oxysporum* f.sp. *cubense* yang berasal dari pertanaman pisang varietas barangan dibiakkan dulu pada media PDA selama 7 hari, kemudian dikembangkan dalam media czapek dox tanah (1:10 v/v) selama 15 hari di

dalam ruangan gelap. Inokulum tersebut diinfestasikan ke dalam tanah dengan cara mencampurkan media czapek dox tanah yang telah mengandung patogen tadi sebanyak 100g/kg tanah yang dilakukan pada 16 hari sebelum tanam.

Plantlet pisang ambon hijau hasil kultur jaringan dan telah diaklimatisasi ditanam pada tanah, sebagian akarnya masuk ke dalam tanah yang telah diinfestasi patogen, dan sebagian lagi masuk ke dalam tanah yang telah diinfestasikan bakteri antagonis. Pangkal batang semu pisang berada di atas pembatas. Setiap baki plastik ditanami 10 tanaman pisang.

Tata letak percobaan disusun berdasarkan rancangan acak kelompok dengan empat perlakuan konsentrasi *P. fluorescens* dan tujuh ulangan. Pengamatan yang dilakukan meliputi jumlah tanaman pisang layu yang dilakukan setiap bulan sampai dengan bulan ke-5 setelah tanam.

#### **Kemangkusan *P. fluorescens* pada dua jenis tanah**

Pada percobaan ini digunakan dua jenis tanah, yaitu andosol yang kadar Fe-nya rendah dan podsolik merah kuning yang kadar Fe-nya tinggi. Untuk mengetahui kadar Fe-nya dilakukan analisis tanah. Masing-masing jenis tanah dicampur dengan pupuk kandang ayam (1:5 v/v) dan disterilkan dengan cara mengukusnya, kemudian dimasukkan ke dalam baki plastik. Satu hari berikutnya tanah tersebut diinfestasi dengan *F. oxysporum* f.sp. *cubense*. Penyediaan inokulum, cara dan waktu infestasi *F. oxysporum* f.sp. *cubense* ras 4 sama seperti pada percobaan seri kedua.

Waktu aplikasi *P. fluorescens* dilakukan pada saat 15 hari sebelum tanam, 7 hari sebelum tanam, saat tanam, 7 hari setelah tanam dan 15 hari setelah tanam dengan cara menyiramkannya ke lubang tanam. Setiap lubang tanam disiram suspensi antagonis sebanyak 10 ml.

Konsentrasi *P. fluorescens* yang dicoba terdiri dari 0 (kontrol),  $10^3$ ,  $10^5$ , dan  $10^7$  cfu/ml. Pembiakan bakteri tersebut dilakukan dalam media KB, pada saat berumur 5 hari dilakukan pengenceran koloni bakteri sesuai dengan perlakuan dan segera diaplikasikan. Tanaman pisang digunakan varietas ambon hijau hasil

kultur jaringan yang siap diaklimatisasi. Setiap bak plastik ditanami lima tanaman.

Tata letak percobaan disusun berdasarkan rancangan acak kelompok pola faktorial. Faktor pertama, jenis tanah dengan dua taraf, yaitu tanah andosol dan podsolik merah kuning. Faktor kedua, waktu aplikasi, dengan lima taraf, yaitu 15 hari sebelum tanam, 7 hari sebelum tanam, saat tanam, 7 hari setelah tanam, dan 15 hari setelah tanam. Faktor ketiga yaitu konsentrasi *P. fluorescens* dengan empat taraf, yang terdiri dari 0 (kontrol),  $10^3$ ,  $10^5$ , dan  $10^7$  c.f.u/ml. Setiap kombinasi perlakuan diulang tiga kali. Dengan demikian, percobaan ini terdiri atas  $2 \times 5 \times 4 \times 3 = 120$  unit.

Pengamatan dilakukan sebulan sekali terhadap jumlah tanaman yang menunjukkan gejala layu dan tinggi tanaman.

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **Mempelajari sistem hambatan *P. fluorescens* terhadap *F. oxysporum***

Hambatan *P. fluorescens* terhadap *F. oxysporum* f.sp. *cubense* sudah mulai tampak pada hari kedua, sebesar  $18,8 \pm 6,0\%$ , dan hambatan terbesar terjadi pada hari ke delapan, yaitu  $54,8 \pm 4,8\%$ . Pada awal pengamatan persentase hambatannya relatif rendah dibandingkan dengan selanjutnya. Hal ini karena pada awal pengamatan koloni *F. oxysporum* f.sp. *cubense* masih dalam taraf awal pertumbuhan dan *P. fluorescens* sudah banyak menghasilkan senyawa penghambat pertumbuhan *F. oxysporum* f.sp. *cubense*. Pada hasil selanjutnya *P. fluorescens* sudah banyak menghasilkan senyawa penghambat sehingga persentase hambatan terhadap *F. oxysporum* juga semakin tinggi (Tabel 1).

Berdasarkan pengamatan secara visual penghambatan *P. fluorescens* MR 96 terhadap pertumbuhan *F. oxysporum* adalah antibiosis. Hal ini terlihat dengan pertumbuhan *P. fluorescens* yang tanpa menyentuh koloni *F. oxysporum* sudah menghambat pertumbuhan *F. oxysporum*. Dalam percobaan ini jenis antibiotik yang dihasilkan tidak diidentifikasi, tetapi menurut Howell & Stipanovich (1980) *P. fluorescens* menghasilkan antibiotik dari jenis fenil pirol.

**Tabel 1.** Daya hambat *P. fluorescens* terhadap pertumbuhan *F. oxysporum* f.sp. *cubense* (*P. fluorescens* capacity to suppress *F. oxysporum* f.sp. *cubense* growth)

Hari pengamatan (Day of observation)	Hambatan (Suppression) %
2	18,8±6,0*)
3	16,8±10,2
4	18,5±5,4
5	32,1±11,1
6	45,3±6,6
7	49,5±5,8
8	54,8±4,8

\*) Simpangan baku (Standard error)

### Inokulasi *P. fluorescens* pada sebagian akar pisang

*Pseudomonas fluorescens* yang diinfestasikan pada bagian media yang tidak diinfestasi *F.oxysporum* f.sp. *cubense* ternyata mampu meningkatkan ketahanan pisang ambon hijau dalam menahan serangan patogen yang sebagian akar lainnya ditumbuhkan pada tanah yang telah diinfestasi patogen tersebut. Hal itu menunjukkan bahwa *P. fluorescens* mampu menginduksi resistensi tanaman pisang terhadap serangan *F. oxysporum*. Induksi resistensi oleh mikroba antagonis pada tanaman disebabkan karena tanaman tersebut menghasilkan fitoaleksin (Kuc 1982) dan menurut Tamietti *et al.* (1993) induksi tersebut disebabkan karena terjadinya proses enzimatis peroksidase di dalam tubuh tanaman. Akan tetapi jenis senyawa fitoaleksin yang dihasilkan pisang belum ditemukan laporannya. Pada tanaman pisang yang diinokulasi dengan cendawan antagonis *T. harzianum* terjadi proses penebalan formasi Ca-pektat pada dinding sel tanaman pisang sehingga tanaman itu tahan terhadap proses enzimatis poligalakturonase yang dihasilkan *F. oxysporum* f.sp. *cubense* (Ting *et al.* 2003).

Terjadinya induksi resistensi pada tanaman pisang oleh *P. fluorescens* diperlukan paling sedikit  $10^5$  cfu/ml, sedangkan pada konsentrasi di bawahnya ( $10^3$  cfu/ml) pengaruh induksi itu tidak tampak (Tabel 2). Akan tetapi, dalam penelitian ini tidak dilakukan pengamatan saat terbentuknya dan lamanya bertahan fitoaleksin di dalam tanaman. Mengetahui hal tersebut akan bermanfaat dalam menentukan waktu aplikasi

**Tabel 2.** Pengaruh konsentrasi *P. fluorescens* terhadap jumlah tanaman layu pada tanaman pisang ambon hijau 5 bulan setelah tanam (*Effect of P. fluorescens concentration to wilted banana plants c.v. ambon hijau 5 months after planting*)

Konsentrasi <i>P. fluorescens</i> ( <i>P. fluorescens</i> concentration) cfu/g	Jumlah tanaman layu (Wilted plants) %
0 (kontrol)	11,89 b*)
$10^3$	10,34 b
$10^5$	5,91 a
$10^7$	5,44 a

\*) Angka dalam satu kolom yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji LSD ( $p=5\%$ ) (Means followed by the same letter are not significantly different at LSD test ( $p=5\%$ ))

yang tepat, dan berapa kali aplikasi bakteri tersebut dilakukan sehingga diketahui berapa lama resisitensi terjadi. Berdasarkan hasil percobaan yang dilaporkan oleh Thangavelu *et al.* (2001), aplikasi *P. fluorescens* pada tanaman pisang untuk mengendalikan layu fusarium tidak cukup satu kali, melainkan empat kali aplikasi, yaitu saat sebelum tanam, 3, 5, dan 7 bulan setelah tanam.

### Kemangkusan *P. fluorescens* pada dua jenis tanah

Pada pengamatan jumlah tanaman layu, konsentrasi *P. fluorescens* dan waktu aplikasinya terjadi interaksi pengaruh, tetapi kedua perlakuan tersebut tidak berinteraksi dengan jenis tanah. Pada jenis tanah podsolik merah kuning yang kadar Fe-nya 62 ppm, jumlah tanaman layu lebih tinggi dibandingkan pada tanah andosol yang kadar Fe-nya lebih rendah (24 ppm) (Tabel 3).

Pada tanah yang banyak mengandung Fe menyebabkan virulensi *F. oxysporum* f.sp. *cubense* lebih tinggi dari pada Fe rendah. Fe akan mempengaruhi tingkat kemasaman tanah. Pada tanah yang masam, cendawan akan lebih baik pertumbuhannya dibandingkan dengan tanah basa.

Konsentrasi *P. fluorescens* dan waktu aplikasi terjadi interaksi, artinya bahwa jumlah konsentrasi efektif dari *P. fluorescens* akan dipengaruhi oleh taraf waktu aplikasinya.

Aplikasi *P. fluorescens* pada saat tanam dengan konsentrasi  $10^7$  cfu/ml meningkatkan jumlah tanaman layu fusarium. Hal itu terjadi,

**Tabel 3. Pengaruh jenis tanah terhadap jumlah tanaman layu 5 bulan setelah tanam (*Effect of soil type on wilted plants 5 months after planting*)**

Jenis tanah (Soil type)	Kadar (Content) Fe ppm	Jumlah tanaman layu (Wilted plants) %
Andosol	24	23,60 a*)
Podsolik merah kuning	62	36,91 b

Lihat Tabel 2 (*See Table 2*)

toksin atau antibiotik dan siderfor yang dihasilkan oleh *P. fluorescens*. Cara *P. fluorescens* menghambat perkembangan jumlah tanaman layu dapat terjadi dalam beberapa macam. Menurut Weller (1983) bakteri antagonis itu dapat mengolonisasi akar sehingga patogen yang akan menginfeksi tanaman menjadi terhalang (Weller 1983).

Tidak terjadi interaksi pengaruh perlakuan jenis tanah, waktu aplikasi, dan konsentrasi *P.*

**Tabel 4. Pengaruh interaksi antara konsentrasi dan waktu aplikasi *P. fluorescens* terhadap jumlah tanaman layu 5 bulan setelah tanam (*Effect of interaction between concentration and application time of *P. fluorescens* on wilted plant 5 months after planting*)**

Konsentrasi (Concentration) cfu/ml	Waktu aplikasi ( <i>Application time</i> )				
	15 sbt**	7 sbt	st	7 hst	15 hst
0	14,7 a*) C	27,3 a*) AB	23,3 a*) BC	26,0 a*) AB	32,0 a*) A
10 <sup>3</sup>	16,7 a B	22,7 a AB	26,0 ab A	32,0 ab A	25,3 a AB
10 <sup>5</sup>	16,0 a C	30,0 a A	25,3 ab ABC	25,3 ab AB	22,4 a BC
10 <sup>7</sup>	20,0 a ABC	25,3 a AB	30,7 b A	30,7 b C	21,7 a BC

\*) Angka pada baris atau lajur yang sama diikuti oleh huruf kecil atau kapital yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji LSD ( $p=5\%$ ) (*Means in the same row or column followed by the same small or capital letters are not significantly different at LSD test ( $p=5\%$ ).*)

\*\*) sbt = hari sebelum tanam (*days before planting*), st = saat tanam (*at planting moment*), hst = hari setelah tanam (*days after planting*)

ungkinan disebabkan karena tanaman masih sensitif terhadap lingkungan tumbuhnya, karena pada saat itu *P. fluorescens* menghasilkan siderfor yang akan mengikat Fe, tetapi siderfor itu mengikat Fe di akar tanaman pisang sehingga Fe yang diperlukan tanaman terganggu. Fe merupakan unsur hara mikro yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman. Selain itu, *P. fluorescens* mengeluarkan toksin yang mengganggu akar pisang yang belum beradaptasi. Dalam keadaan demikian, tanaman pisang yang digunakan berasal dari kultur jaringan dan sedang mengalami proses aklimatisasi, tanaman masih lemah sehingga mudah terinfeksi patogen.

Pada perlakuan aplikasi *P. fluorescens* tujuh hari setelah tanam dengan konsentrasi 10<sup>7</sup> cfu/ml dapat menurunkan jumlah tanaman layu dari 26,0 menjadi 16,3%, atau dapat menurunkan jumlah tanaman layu sebesar 37,35%. Pada saat itu, tanaman pisang sudah beradaptasi dengan lingkungannya sehingga tidak terganggu oleh

*fluorescens* pada tinggi tanaman. Pada tanah andosol tanaman yang diamati pada 1, 3, dan 4 bulan setelah tanam lebih tinggi dibandingkan dengan yang ditanam pada tanah podsolik merah kuning, kecuali pada pengamatan 2 bulan setelah tanam (Tabel 5). Pada tanah andosol aerasinya relatif lebih baik dibandingkan dengan tanah podsolik merah kuning, sehingga tanaman tumbuh dengan baik, di samping serangan *F. oxysporum* pada tanah andosol lebih rendah dibandingkan dengan tanah podsolik merah kuning (Tabel 3).

Waktu aplikasi dan konsentrasi *P. fluorescens* di awal pengamatan berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman pisang (pengamatan 1 bulan setelah tanam), tetapi pada 2 bulan berikutnya tidak mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Pada awal pertumbuhan tanaman pisang yang berasal dari kultur jaringan relatif lebih sensitif terhadap perubahan lingkungan, sehingga perlakuan dengan *P. fluorescens* dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman tersebut.



**Tabel 5. Pengaruh jenis tanah terhadap tinggi tanaman pisang (Effect of soil type on banana plants height)**

Jenis tanah (Soil type)	Bulan pengamatan (Month of observation)			
	1	2	3	4
	.....cm.....			
Andosol	3,22 b*)	13,87 a*)	2,36 b*)	3,12 b*)
Podsolik merah kuning	1,41 a	12,91 a	1,52 a	2,24 a

Lihat Tabel 2 (See Table 2)

**Tabel 6. Pengaruh waktu aplikasi *P. fluorescens* terhadap tinggi tanaman pisang (Effect of application time of *P. fluorescens* on banana plant height)**

Waktu aplikasi (Application time)	Bulan pengamatan (Month of observation)			
	1	2	3	4
	.....cm.....			
15 sbt	2,646 a*)	10,6 d*)	2,01	2,3
7 sbt	2,42 ab	14,4 ab	2,2	2,4
st	2,29 b	13,3 bc	1,8	3,0
7 hst	2,26 b	15,9 a	2,2	3,0
15 hst	2,10 b	12,8 c	1,4 tn	2,7 tn

Lihat Tabel 2 (See Table 2)

**Tabel 7. Pengaruh konsentrasi *P. fluorescens* terhadap tinggi tanaman (Effect of *P. fluorescens* consenstration on banana plant height)**

Konsentrasi <i>P. fluorescens</i> (Consentration of <i>P. fluorescens</i> )	Bulan pengamatan (Month of observation)			
	1	2	3	4
	.....cm.....			
10 <sup>7</sup>	2,5 a*)	12,9 ab*)	1,6	2,9
10 <sup>5</sup>	2,38 ab	12,6 b	2,0	2,8
10 <sup>3</sup>	2,30 ab	14,3 a	1,9	2,7
0	2,16 b	13,9 ab	2,3 tn(ns)**)	2,3 tn(ns)

Lihat Tabel 2 (See Table 2)

\*\*)tn (ns) = tidak berbeda nyata (non significant)

## KESIMPULAN

*Pseudomonas fluorescens* dapat menekan serangan layu fusarium pada tanaman pisang dengan cara induksi resistensi dan antibiosis, serta mempengaruhi tinggi tanaman pisang. Di samping itu, efektifitas *P. fluorescens* tidak terjadi interaksi dengan jenis tanah, tetapi jenis tanah berpengaruh terhadap jumlah tanaman pisang yang terjangkit layu fusarium dan tinggi tanaman.

## PUSTAKA

1. Alabauvette, C. 1991. Suppressive soils and practical application of biological control of fusarium disease. The biological control of plant disease. *FFTC Book Series*. 42:120-128.
2. Anggraeni, I. dan I. Djatnika. 1998. Uji antagonis *Gliocladium* sp. terhadap patogenisitas *Rhizoctonia* sp. pada persemaian *Pinus merkusii*. *Prosiding Seminar Nasional IV PFI Komda Jateng dan DIY di Surakarta*.
3. Defago, G., C.H. Berling, U. Burger, D. Haas, G. Kahr, C. Keel, C. Voisard, P. Wirthner, and B. Wuthrich. 1990. Suppression of black root rot of tobacco and other root disease by strain of *Pseudomonas fluorescens* : Potential applications and mekanisme, P: 93-122. *In* : D. Hornby (ed.). *Biological control of soil-borne plant pathogens*. C.A.B. International. Wallingford.

4. Djatnika, I. C. Hermanto, dan Eliza. 2000. Dinamika respons layu fusarium pada tanaman pisang terhadap pengendalian hayati. *Laporan Penelitian. Balai Penelitian Tanaman Buah. Solok*. Tidak dipublikasikan.
5. Handelsman, J. and E. Stabb. 1996. Biocontrol of soil-borne plant pathogens. *Plant Cell*. 8:1855-1869.
6. Howell, C.R. and R.D. Stipanovic. 1980. Suppression of *Pythium ultimum* induced damping off of cotton seedlings by *Pseudomonas fluorescens* and its antibiotics pyroluteorin. *Phytopathol*. 70:712-718.
7. Hwang, S.C. and W.H. Ko. 1990. Tissue culture plantlets as a source of resistance to fusarial wilt of cavendish banana. P:345-354. In: D. Hornby (ed.). *Biological control of soil borne plant pathogens*. C.A.B. International. Wallingford.
8. Kuc, J. 1982. Induced immunity to plant disease. *Biosci*. 32:854-860.
9. Moore, N.Y., S. Bentley, K.G. Pegg, and D.R. Jones. 1995. Fusarium Wilt of Banana. In : *Musa disease fact sheet* No.5. INIBAP, Parc Scientifique Agropolis, 34397 Montpellier, Cedex 5, France.
10. Nasir, N. 1997. *The chicken manure assay as a potential screening technique to select banana cultivars with field resistance to Panama disease*. PhD Disertation. Queensland University. Queensland. 173 p.
11. Nurhadi, Rais, M., dan Harlion. 1994. Serangan bakteri dan cendawan pada tanaman pisang di Dati I. Lampung. *Info Hort*. 2(1):35-37.
12. Ploetz, R.C. and K.G. Pegg. 2000. Fusarium wilt, P: 143-159. In D.R. Jones (ed.). *Diseases of banana, abaca and enset*. CABI Publish., London.
13. Tamietti, G., L. Ferraris, A. Matta, and I. Abbatista. 1993. Physiological responses of tomato plants grown in fusarium suppressive soil. *J. Phytopathol*. 138:66-76.
14. Ting, A.S.Y., S. Meon, K. Jugah, and A.R. Anuar. 2003. Effect of artificially induced suppressive soil on fusarium wilt. *Info Musa*. 12(1):33-34.
15. Thangavelu, R., P. Sundararaju, S. Sathiamoorthy, T. Reghuchander, R. Velanzhahan, S. Nakkeeran, and A. Palanisamy. 2001. Status of fusarium wilt of banana in India. In: A.B. Molina, N.H. Nik Masdek and K.W. Liew (eds.). *Banana Fusarium Wilt Management. Proc. of the int. workshop on the banana fusarium wilt disease*. Inibap, IPGRI and Mardi. Malaysia. P:58-63.
16. Thomashow and D.M. Weller. 1990. Application of *Pseudomonas fluorescens* to control root disease of wheat and some mechanisms of disease suppression, P. 109-122. In : D. Hornby (ed.). *Biological control of soil borne plant pathogens*. C.A.B. International. Wallingford.
17. Wardlaw, C.W. 1972. *Banana Disease Including Plantains and Abaca*. Longman. P:146-179.
18. Weller, D.M. 1983. Colonization of wheat roots by a *fluorescens pseudomonad* suppressive to take-all. *Phytopathol*. 73:1548-1553.